

**Electronic braking system for vehicles with control modules adjusting braking forces, has error-tolerant control module for front wheel brakes**

**Patent number:** DE10118262  
**Publication date:** 2002-10-17  
**Inventor:** WEIBERLE REINHARD (DE); KESCH BERND (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- international: B60T13/66  
- european: B60T17/18, B60T13/66B  
**Application number:** DE20011018262 20010412  
**Priority number(s):** DE20011018262 20010412

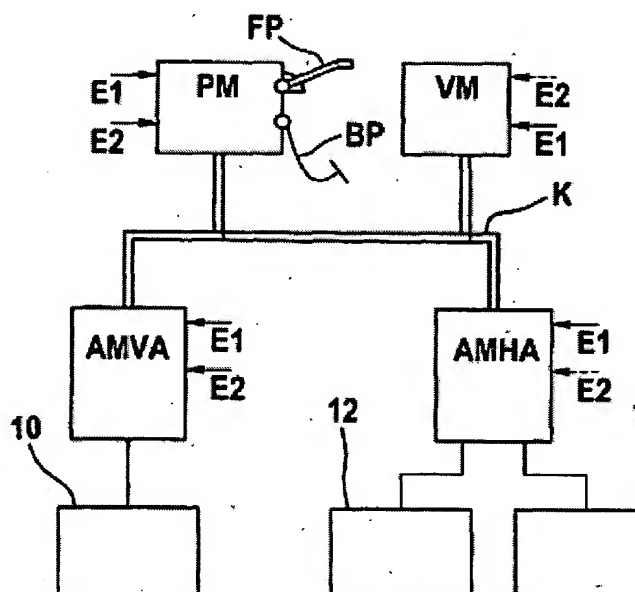
**Also published as:**



US2003006726 (A)  
JP2002347602 (A)  
FR2824307 (A1)

**Abstract of DE10118262**

A first control module has error-tolerant implementation. This module is allocated to the front wheel brakes. A second control module ceases to cause external action, should a failure state emerge in the control module.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 18 262 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 13/66**



②1 Aktenzeichen: 101 18 262.7  
②2 Anmeldetag: 12. 4. 2001  
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 18 262 A 1

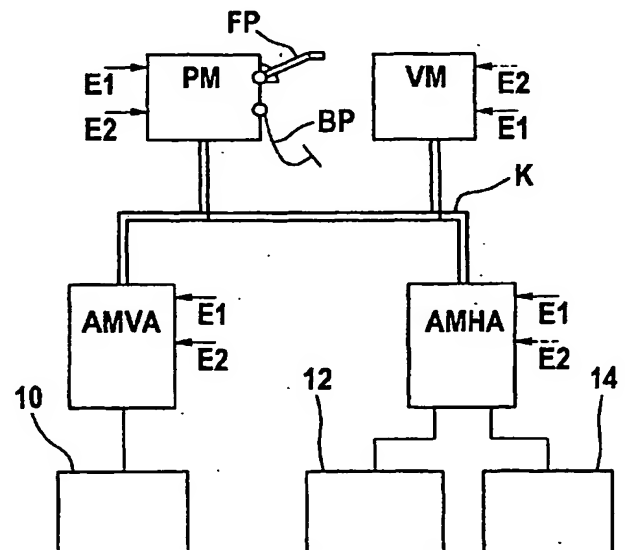
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Weiberle, Reinhard, 71665 Vaihingen, DE; Kesch,  
Bernd, 71282 Hemmingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Elektrisches Bremssystem

⑤7 Es wird ein elektrisches Bremssystem für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, bei welchem Steuermodule zur Steuerung der Vorderachsbremsen und der Hinterachsbremsen vorgesehen sind, wobei die Steuermodule für die Vorderachsbremsen ein fehlertolerantes Fehlverhalten haben, während die Steuermodule für die Hinterachsbremsen bei einem Fehlerzustand im Bereich des Steuermoduls keine Außenwirkung mehr entfalten.



DE 101 18 262 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisches Bremssystem, insbesondere für Fahrzeuge.

[0002] Ein derartiges Bremssystem ist beispielsweise aus der DE-A 196 34 567 (US-Patent 5,952,799) bekannt. Das dort beschriebene Bremssystem weist ein Steuermodul zur Ermittlung des Fahrerbremswunsches und Steuermodule zur Einstellung der Bremskraft an den Rädern des Fahrzeugs auf, die über wenigstens ein Kommunikationssystem miteinander verbunden sind. Um bei Auftreten eines Einfachfehlers im Bremssystem wenigstens eine Teilfunktion zu gewährleisten, ist das Steuermodul zur Ermittlung des Fahrerbremswunsches fehlertolerant aufgebaut und mit den Steuermodulen zur Einstellung der Bremskraft, die vorzugsweise eine Gruppe von Radbremsen ansteuern, über getrennte Kommunikationssysteme verbunden. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß auch bei Vorliegen eines Einzelfehlers zumindest ein Teil der Radbremsen weiterhin bremsbar bleibt.

[0003] In der DE-A 198 26 131 ist eine Ausgestaltung eines Steuermoduls zur Ermittlung des Fahrerwunsches gezeigt, die selbst im Fehlerfall einen Fahrerwunsch zur Verfügung stellt. Diese Vorgehensweise sichert die sogenannte fail-operational-Eigenschaft des Steuermoduls und erhöht die Verfügbarkeit und Sicherheit des Bremssystems erheblich.

[0004] Ein allgemeines Ziel bei elektrischen Bremssystemen ist eine möglichst hohe Verfügbarkeit und Sicherheit des Bremssystems bei einer möglichst geringen Anzahl von Prozessoren. Dieses Ziel wird mit den genannten Lösungsvorschlägen zwar erreicht, diese sind jedoch noch nicht in allen Belangen zufriedenstellend.

[0005] In der DE-A 197 52 543 wird eine Radbremse mit elektromotorischer Aktuator und einer integrierten Feststellbremsfunktion gezeigt.

#### Vorteile der Erfindung

[0006] Die Zuordnung von Steuermodulen mit fail-operational-Verhalten zu der Vorderachse des Fahrzeugs und Steuermodulen, die im Fehlerfall ihre Funktion einstellen (fail-silent) zu der Hinterachse erlaubt eine erhebliche Reduzierung der Komplexität des elektrischen Bremssystems.

[0007] Ein weiterer Vorteil ist die Integration des Steuermoduls für die Fahrerwunschermittlung in ein Steuermodul, welches vorzugsweise die Vorderachse steuert. Dadurch fällt das Steuermodul zur Fahrerwunschermittlung ersatzlos weg, was zu einer weiteren Reduzierung der Komplexität beiträgt. Die fail-operational-Eigenschaft dieses Steuermoduls, welches beispielsweise wie aus dem Stand der Technik bekannt aufgebaut sein kann, gewährleistet die erhöhte Verfügbarkeit und Sicherheit des Bremssystems.

[0008] Vorteilhaft ist ferner eine Kombination elektrohydraulischer und elektromechanischer Bremsaktuatoren zu einem Hybridsystem. Der Vorteil der elektrohydraulischen Bremsaktuatoren besteht darin, daß bereits heute gebaute und damit als zuverlässig geltende Komponenten verwendbar sind. Ferner lassen die hydraulischen Bremsaktuatoren die sehr hohen Zuspannkräfte an der Vorderachse mit geringen Wirkungsgradverlusten zu, während die elektromechanischen Bremsaktuatoren, die vorzugsweise an der Hinterachse eingesetzt werden, eine integrierte Feststellbremsfunktion ermöglichen.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den

[0010] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Die Fig. 1 bis 6 stellen dabei Blockschaltbilder verschiedener Ausführungen für die Gestaltung eines elektrischen Bremssystems dar, wobei jeweils die der Vorderachse zugeordneten Steuermodule derart ausgestaltet sind, daß sie in einem Fehlerfall weiterarbeiten (fail-operational), während die den Hinterachsradbremsen zugeordneten Steuermodule im Fehlerfall sich abschalten bzw. abgeschaltet werden (fail-silent).

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0011] In Fig. 1 ist ein elektrisches Bremssystem dargestellt, welches wenigstens zwei Steuermodule (AMVA, AMHA) zur Einstellung einer Bremskraft an den Fahrzeugrädern aufweist. Diese Steuermodule sind über ein Kommunikationssystem K mit einem weiteren Steuermodul (PM) zur Erfassung des Fahrerbremswunsches verbunden. Darüber hinaus ist in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel an dem Kommunikationssystem K ein weiteres Steuermodul (VM) für die übergeordneten Bremsregelfunktionen wie beispielsweise Blockierschutzregler, Antriebschlupfregler oder elektronisches Stabilitätsprogramm vorhanden (Aufbau und Funktionsweise dieser Funktionen sind dem Fachmann bekannt). Das Kommunikationssystem K weist dabei im bevorzugten Ausführungsbeispiel ein deterministisches Verhalten auf und ist als redundanter Datenbus ausgeführt. Dem Pedalmodul PM werden von Bedienelementen wie einem Bremspedal BP und einem Feststellbremshebel FP Betätigungsgrößen dieser Bedienelemente zugeführt. Der wenigstens eine im Steuermodul PM enthaltene Mikrocomputer setzt diese Betätigungssignale in Sollwertgrößen zur Steuerung der Radbremsen um. Diese Sollwertgrößen werden vom Steuermodul PM über das Kommunikationssystem K an die Steuermodule AMVA, AMHA abgegeben. Das Steuermodul PM ist dabei derart aufgebaut, daß es bei Auftreten eines Einfachfehlers noch seine volle Funktion aufweist. Bevorzugt wird eine Ausgestaltung, wie sie im eingangs genannten Stand der Technik dargestellt ist. Diese Darstellung wird mit Blick auf die Ausgestaltung des Steuermoduls und die Ermittlung der Sollwertgrößen als Teil der nachfolgenden Beschreibung betrachtet.

[0012] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel sind im Fahrzeug zwei voneinander unabhängige elektrische Energiekreise E1 und E2 vorhanden. Das Steuermodul PM wird dabei von beiden Energiekreisen versorgt. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist nur ein Energiekreis vorhanden, der jedoch aus zwei voneinander unabhängigen Energiespeichern gespeist wird, so daß bei Ausfall einer Energiequelle die Spannungsversorgung des Steuermoduls PM gewährleistet ist.

[0013] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind die Steuermodule AMVA, AMHA achsweise gruppiert. Das Steuermodul AMVA steuert dabei die Bremsaktuatoren der Vorderradbremsen, während das Steuermodul AMHA die Aktuatoren an den Hinterradbremsen steuert. Diese Module enthalten jeweils wenigstens einen Mikrocomputer. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß an der Vorderachse ein elektrohydraulischer Bremsaktor 10 vorgesehen ist, welcher ohne einen hydraulischen Durchgriff vom Fahrer auf die Radbremsen bereitzustellen, die Bremskraft an den Vorderradbremsen mittels hydraulischem Druckmedium nach Maßgabe des oder der Ansteuersignale

des Achsmoduls AMVA aufbaut. Zur Sicherstellung der Bremsfunktion weist das Achsmodul AMVA ebenfalls ein fail-operational-Verhalten auf, d. h. erfüllt auch bei Auftreten eines Einfachfehlers noch seine volle Funktion. Dies wird durch eine entsprechende Ausgestaltung wie das Steuermodul PM erreicht. Auch dieses Steuermodul wird dabei entsprechend dem Steuermodul PM entweder von zwei unabhängigen elektrischen Energiekreisen oder von einem Energiekreis mit zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiespeichern mit Energie versorgt.

[0014] Die vom Pedalmodul ermittelten Sollwerte für die an den Radbremsen aufzubringende Bremskraft, die gegebenenfalls radindividuell im Steuermodul VM moduliert werden, werden den Steuermodulen AMVA, AMHA zur Verfügung gestellt, die die gewünschte Bremskraft im Rahmen eines Bremskraftregelkreises, eines Bremsmomentenregelkreises, eines Druckregelkreises, eines Schlupfregelkreises, etc. einstellen.

[0015] In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dem Achsmodul der Hinterachse AMHA für jede Radbremse ein elektromechanischer Bremsaktuator 12, 14 zugeordnet, die über die jeweiligen Steuerleitungen vom Steuermodul AMHA angesteuert werden. Auch diese Ansteuerung erfolgt im Rahmen einer der oben genannten Regelkreise, die eine integrierte Feststellbremsfunktion enthalten (siehe beispielsweise DE-A 197 52 543). Das Achsmodul AMHA ist zur Reduzierung der Komplexität mit fail-silent-Verhalten aufgebaut. Dies bedeutet, daß es sich bei Auftreten eines Fehlers selbst abschaltet oder zumindest keine Signale mehr an die angeschlossene Aktorik und das Kommunikationssystem abgibt. Aus diesem Grund reicht die Versorgung des Achsmoduls aus einem Energiekreis aus. Ein Realisierungsbeispiel für ein Steuermodul mit fail-silent-Verhalten ist ebenfalls aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt.

[0016] Fig. 2 zeigt eine Variante des in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiels. Auch hier ist ein elektrohydraulischer Aktuator für die Vorderachsbremsen und jeweils ein elektromotorischer Aktuator für die Hinterradbremsen vorgesehen, wobei das Steuermodul PM und das Steuermodul AMVA, wie am Ausführungsbeispiel der Fig. 1 gezeigt, fail-operational-Verhalten aufweisen. Der Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 besteht darin, daß das Achsmodul der Hinterachse AMHA durch zwei Radmodule RM1 und RM2 ersetzt ist. Diese Radmodule umfassen jeweils wenigstens einen Mikrocomputer, weisen jeweils fail-silent-Verhalten auf und steuern jeweils einen elektromechanischen Bremsaktuator mit integrierter Feststellbremsfunktion im Rahmen eines der oben genannten Regelkreise an. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden zur Erhöhung der Verfügbarkeit, vor allem der Feststellbremsfunktion, die beiden Radmodule aus zwei verschiedenen Energiekreisen mit Spannung versorgt oder aus einem sicheren Energiekreis mit unterschiedlichen, voneinander unabhängigen Energiespeichern, so daß bei Ausfall eines Energiespeichers noch an wenigstens einem Rad eine Feststellbremsfunktion gewährleistet ist. Ein Beispiel für eine integrierte Feststellbremsfunktion eines elektromechanischen Bremsaktors stellt die im eingangs genannten Stand der Technik erwähnte magnetische Haltebremse dar, die redundant bestromt werden kann, um ein Lösen der Feststellbremse auch im Fehlerfall zu gewährleisten. Die Einbeziehung dieser Lösung in das System der Fig. 2 wird durch die zusätzlichen Leitungen angedeutet, die vom Radmodul zu dem Aktuator führen, die dem anderen Radmodul zugeordnet sind.

[0017] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsvariante, bei der Steuermodul PM, Steuermodul AMVA, das Kommunikationssystem K, das Steuermodul VM sowie der Aktuator

10 der in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform entsprechen. Unterschiede bestehen im Bereich der Hinterachsbremsen. So ist ein Achsmodul AMHA für die Hinterachse vorgesehen, welches eine fail-silent-Eigenschaft aufweist.

5 Der Bremsaktuator für die Steuerung der Radbremsen 20 ist dabei ein elektrohydraulischer Bremsaktuator ohne hydraulischen Durchgriff vom Fahrerbremspedal. Dieser Bremsaktuator wird im Rahmen eines der oben genannten Regelkreise aus dem Steuermodul AMHA angesteuert. Zusätzlich ist an der Hinterachse zur Darstellung einer Feststellbremsfunktion wenigstens ein elektromechanischer Bremsaktuator 22 vorgesehen, der auf beide Räder der Hinterachse wirkt. In einer anderen Ausführung sind zwei radindividuell wirkende Feststellbremsaktuatoren vorgesehen. Der oder die elektromechanischen Bremsaktuatoren werden ebenfalls aus dem Steuermodul AMHA angesteuert. Die Energieversorgung des Steuermoduls AMHA erfolgt vorzugsweise aus zwei getrennten elektrischen Energiekreisen oder aus einem Energiekreis mit zwei voneinander unabhängigen Energiespeichern, so daß, wie anhand Fig. 2 dargelegt, auch bei Auswahl einer Energie zumindest ein Lösen der Feststellbremse gewährleistet ist.

[0018] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, welches sich dadurch auszeichnet, daß es wenigstens zwei Steuermodule umfaßt, welche die Bremskraft an den Fahrzeugrädern einstellen. Dabei ist eines dieser Steuermodule, insbesondere das der Vorderachse, fehlertolerant aufgebaut und umfaßt die Funktion eines Steuermoduls zur Ermittlung des Fahrerbremswunsches. Die Ermittlung des Fahrerbremswunsches basiert auf Signalen von wenigstens drei Sensoren zur Erfassung des Betriebsbremswunsches des Fahrers. Vorgehensweisen zur Ermittlung des Fahrerbremswunsches sind aus dem Stand der Technik bekannt. Ebenso ist aus dem eingangs genannten Stand der Technik ein Beispiel für den Aufbau eines fehlertoleranten Steuermoduls bekannt. Im allgemeinen besteht ein solches Steuermodul aus wenigstens zwei Mikroprozessoren, die von zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiekreisen bzw. von einem Energiekreis mit zwei voneinander unabhängigen Energiespeichern mit Spannung versorgt werden und einer weiteren Hardware-Einheit zur Überwachung der beiden Mikroprozessoren.

[0019] In der in Fig. 4 dargestellten bevorzugten Ausführungsvariante übernimmt das fehlertolerante Steuermodul AMVAPM die Ansteuerung des wenigstens einen elektrohydraulischen Bremsaktors 10 der Vorderachse. Alternativ hierzu sind anstelle des einen elektrohydraulischen Bremsaktors zwei elektromechanische Bremsaktuatoren für jede Radbremse vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß die Verfügbarkeit der Radbremsen an der Vorderachse und damit die Sicherheit des Gesamtbremsystems weiter erhöht wird.

[0020] Für die Hinterachse ist ein Steuermodul AMHA für die Radbremsen der Hinterachse, welches für jedes Rad ein individuelles Steuermodul RM1 und RM2 umfaßt. Die Radmodule werden von unterschiedlichen Energiekreise E1 und E2 versorgt. Sie weisen fail-silent-Verhalten auf. Die genannten Steuermodule sind über das Kommunikationssystem K miteinander und mit einem optional vorhandenen weiteren Steuermodul VM für die übergeordneten Bremsregelfunktionen verbunden. Über das Kommunikationssystem K werden die Führungsgrößen bzw. Fahrerbremswunschsgrößen vom Steuermodul AMVAPM an das Achsmodul bzw. die Radmodule für die Hinterachsbremsen übermittelt. Ferner werden Betriebsstatussignale der einzelnen Steuermodule und Soll- und Ist-Größen für die übergeordneten Bremsregelfunktionen ausgetauscht.

[0021] Zur Fahrerwunscherfassung wird die Betätigung

des Bremspedals BP von wenigstens drei Sensoren S1 bis SN ermittelt und deren Signale über die entsprechenden Leitungen dem Steuermodul AMVAPM übermittelt. Dieses bildet daraus beispielsweise nach Maßgabe der aus dem Stand der Technik bekannten Vorgehensweise den Betriebsbremswunsch des Fahrers. Ferner ist vorgesehen, den Feststellbremswunsch des Fahrers mittels wenigstens zweier Sensoren S1 bis SN zu erfassen. Dabei wird beispielsweise die Stellung eines Feststellbremshebels ermittelt. Wenigstens ein Sensorsignal wird vom Steuermodul AMVAPM eingelesen und ausgewertet. Der daraus resultierende Sollwert für die Feststellbremskraft wird über das Kommunikationssystem an das Steuermodul bzw. die Steuermodule für die Hinterachsbremsen gesendet, welche zusätzlich das Signal eines weiteren Sensors zur Erfassung des Feststellbremswunsches einliest und auswertet. Dabei wird über eine geeignete Auswahlstrategie, beispielsweise eine Maximalwertauswahl, aus den wenigstens zwei Sollwerten eine resultierende Führungsgröße für die Feststellbremse generiert. Entsprechende Strategien sind aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt. Diese Bestimmung der Ansteuerung der Feststellbremse ist unabhängig von der Ausgestaltung der Steuermodule selbständig erfindungswesentlich.

[0022] Das Steuermodul für die Hinterachse bzw. die Steuermodule für die Hinterradbremsen weisen fail-silent-Verhalten auf, d. h. bei einem Eigenfehler senden sie keine Signale mehr nach außen und empfangen keine Signale mehr bzw. schalten sich ab. Bei Ausfall des Kommunikationssystems oder bei fehlerhaftem Feststellbremswunschsensor ist die Verfügbarkeit der Feststellbremsfunktion dadurch gewährleistet, daß ein Betätigungssignal des Feststellbremshebels von den Steuermodulen an der Hinterachse eingelesen wird.

[0023] In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel werden analog zu den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 bzw. 1 die Bremskraft an den Hinterradbremsen mittels elektromechanischer Bremsaktuatoren mit integrierter Feststellbremsfunktion aufgebracht. Das Steuermodul der Hinterachse wird von wenigstens einem elektrischen Energiekreis versorgt und weist die anhand der Fig. 2 und/oder 1 dargestellten Funktionen auf.

[0024] Die in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsbeispiele unterscheiden sich vom Ausführungsbeispiel der Fig. 4 insbesondere dadurch, daß die Betriebsbremskraft an den Hinterrädern von wenigstens einem elektrohydraulischen Bremsaktor 30 aufgebracht wird. In einem Ausführungsbeispiel (Fig. 5) wird über wenigstens einen elektromechanischen Bremsaktor 32 zusätzlich eine Feststellbremskraft an den Rädern der Hinterachse aufgebracht.

[0025] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 übernimmt das Steuermodul für die Hinterachse AMHA zusätzlich die in den anderen Ausführungsbeispielen als separates Steuermodul ausgeführte Bearbeitung der übergeordneten Bremsregelfunktionen.

[0026] In allen Ausführungsbeispielen kann an das Kommunikationssystem K, wie in Fig. 6 angedeutet, weitere Steuermodule anderer Steuersysteme, beispielsweise Lenksysteme, Antriebsteuersysteme, etc. angeschlossen sein.

#### Patentansprüche

1. Elektrisches Bremssystem für Kraftfahrzeuge, mit wenigstens zwei Steuermodulen zur Einstellung einer Bremskraft an den Fahrzeuigrädern, die über ein Kommunikationssystem miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Steuermodul, welches insbesondere den Vorderradbremsen zugeordnet ist, fehlertolerant aufgebaut ist, während ein zwei-

tes Steuermodul, welches vorzugsweise den Hinterachsbremsen zugeordnet ist, bei Auftreten eines Fehlerzustandes im Steuermodul keine Außenwirkung mehr erzielt.

2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein weiteres Steuermodul zur Erfassung des Betriebs- und/oder Feststellbremswunsches des Fahrers vorgesehen ist, welches ebenfalls an das Kommunikationssystem K angeschlossen ist, und welches fehlertolerant aufgebaut ist.

3. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufbau der Bremskraft an den Vorderrädern wenigstens ein elektrohydraulischer Bremsaktor vorgesehen ist, während an den Hinterrädern der Bremskraftaufbau für die Betriebsbremse und/oder die Feststellbremse mittels wenigstens eines elektromechanischen Aktuators vorgenommen wird.

4. Bremssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebs- und Feststellbremskraft der Hinterachse radindividuell jeweils mit einem elektromechanischen Bremsaktor aufgebracht wird.

5. Bremssystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden elektromechanischen Bremsaktuatoren der Hinterachse sowohl im Betriebsbremsmodus als auch im Feststellbremsmodus von genau einem Steuermodul angesteuert werden.

6. Bremssystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden elektromechanischen Bremsaktuatoren der Hinterachse von zwei getrennten Steuermodulen angesteuert werden, die aus zwei unterschiedlichen, voneinander unabhängigen elektrischen Energiekreisen versorgt werden.

7. Bremssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromechanischen Bremsaktuatoren der Hinterachse von dem Steuermodul des jeweils anderen elektromechanischen Aktuators zum Abbau der Feststellbremskraft oder einer Restbremskraft angesteuert werden, wenn ein Fehler im Bereich des zugeordneten Steuermoduls oder seiner Energieversorgung auftritt.

8. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsbremskraft an der Hinterachse von wenigstens einem elektrohydraulischen Bremsaktor aufgebaut wird, während die Feststellbremskraft von wenigstens einem elektromechanischen Bremsaktor aufgebracht wird, wobei beide Aktuatoren von demselben Steuermodul angesteuert werden.

9. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermodul für die Vorderachsbremsen aus wenigstens zwei, voneinander unabhängigen Energiekreisen oder aus einem Energiekreis mit zwei voneinander unabhängigen Energiespeichern mit elektrischer Energie versorgt wird.

10. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres Steuermodul zur Regelung übergeordneter Bremsfunktionen vorhanden ist, welches über ein Kommunikationssystem mit den anderen Steuermodulen verbunden ist.

11. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationssystem redundant ist und/oder deterministisches Zeitverhalten aufweist.

12. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermodul

dul für die Vorderachsbremsen die Funktionen des Steuermoduls zur Ermittlung des Betriebsbremswunsches und/oder des Feststellbremswunsches umfaßt.

13. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des Betriebsbremswunsches auf der Basis wenigstens dreier Sensorsignale des Bremspedals erfolgt, die dem Steuermodul zur Steuerung der Vorderachsbremsen zugeführt werden. 5

14. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufbringung einer Bremskraft an den Rädern der Vorderachse zwei elektromechanische Bremsaktuatoren vorgesehen sind. 10

15. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem wenigstens einen Steuermodul zur Einstellung der Bremskraft an den Rädern der Hinterachse zusätzlich die Bearbeitung übergeordneter Bremsregelfunktionen vorgenommen wird. 15 20

16. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Feststellbremswunsch des Fahrers über wenigstens zwei Sensoren erfaßt wird, wobei jedem Steuermodul zur Bremskrafteinstellung das Signal wenigstens eines Feststellbremssensors zugeführt wird, das dieses Signal auswertet, wobei die Steuermodule, die keinen Feststellbremsaktor ansteuern, den ermittelten Feststellbremssollwert über das Kommunikationssystem an die anderen Steuermodule senden. 25 30

17. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuermodul zur Einstellung einer Feststellbremskraft aus dem selbst ausgewerteten Feststellbremswunschsignal und dem über das Kommunikationssystem erhaltenen Feststellbremswunschsignal abhängig vom Betriebszustand des Fahrzeugs eine resultierende Führungsgröße für die Feststellbremse erzeugt. 35

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

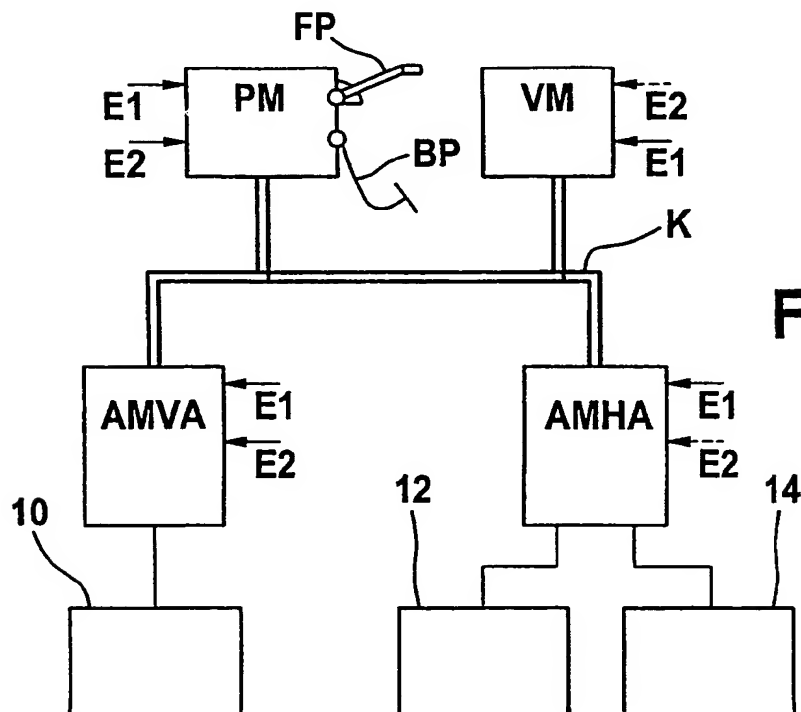
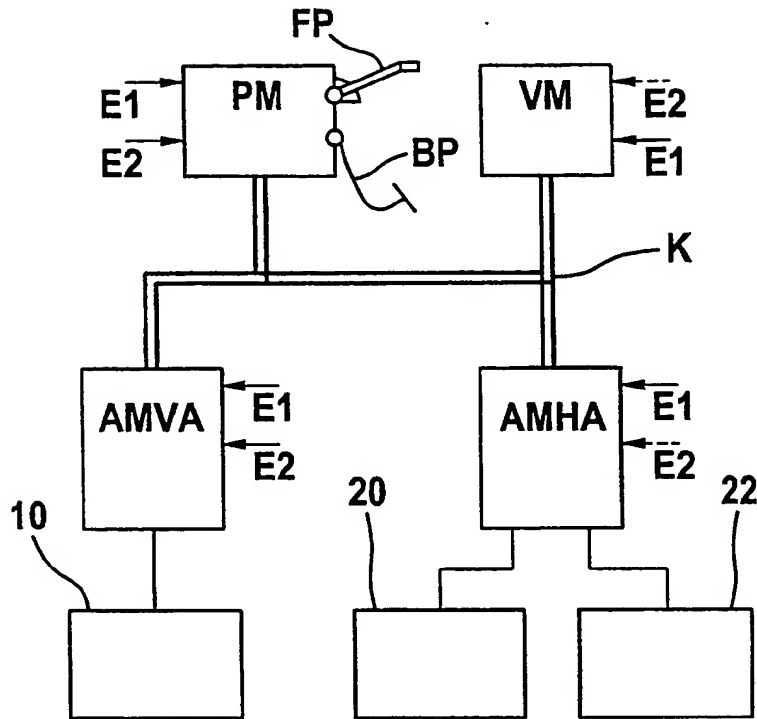
45

50

55

60

65



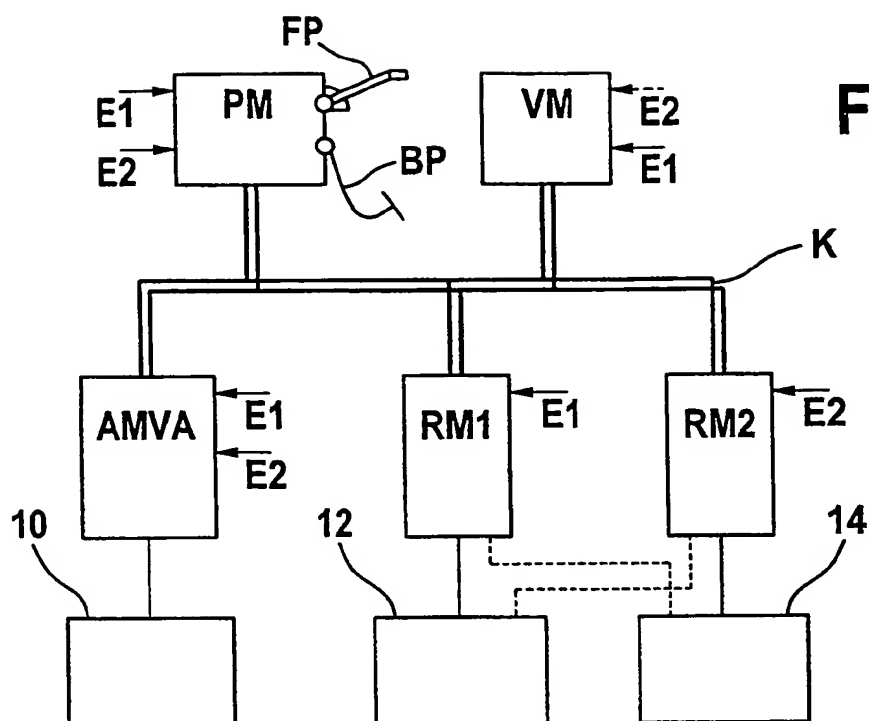


FIG. 2

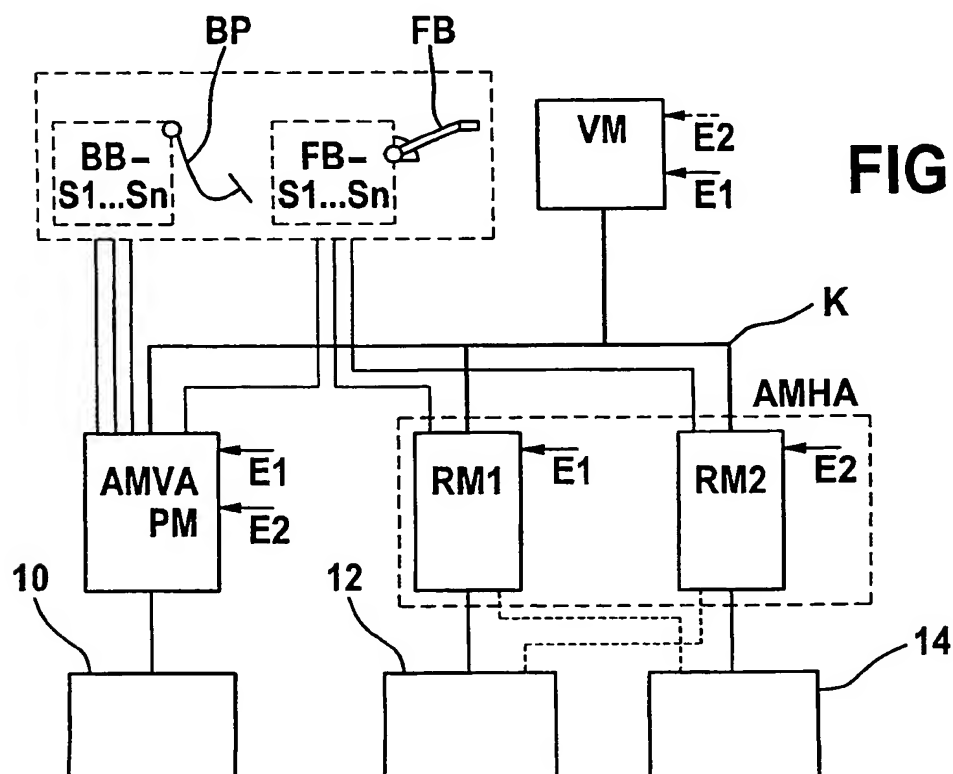


FIG. 4



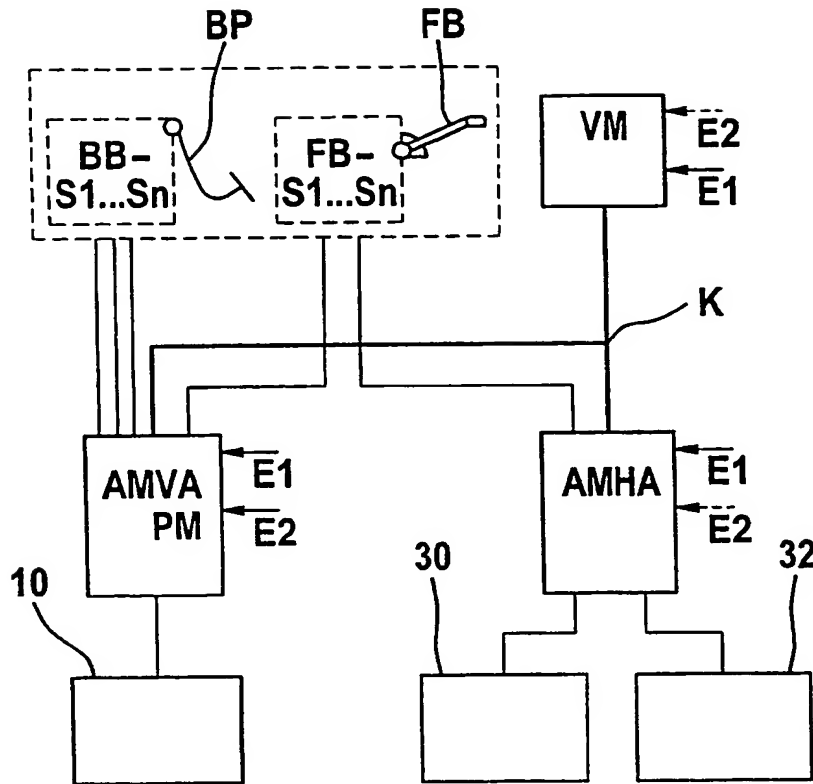


FIG. 5

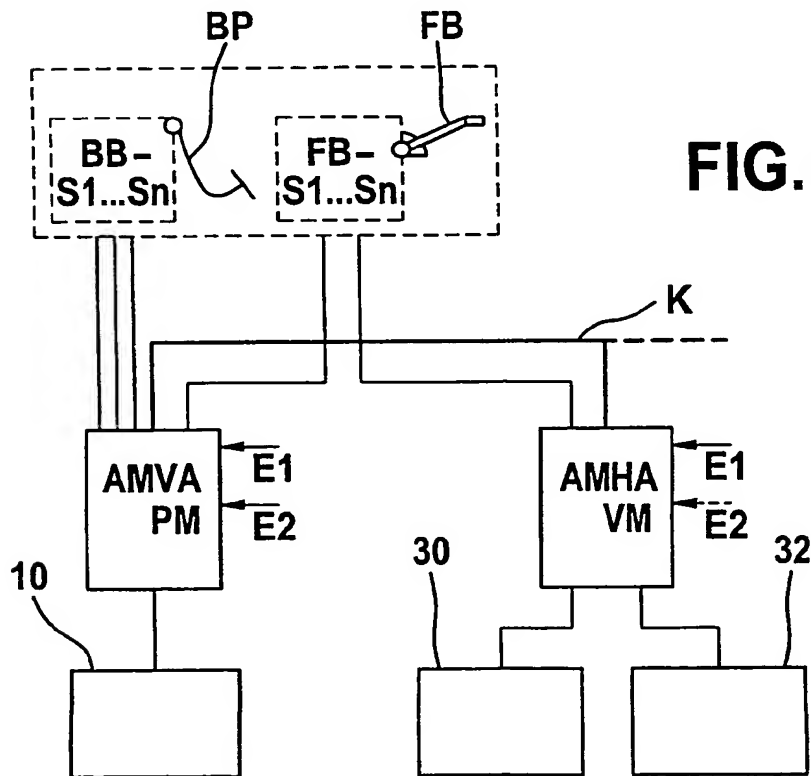


FIG. 6